

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 841 842 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.⁶: H05K 7/20

(21) Anmeldenummer: 97119117.6

(22) Anmeldetag: 03.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 06.11.1996 DE 19645635

(71) Anmelder:
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH
74072 Heilbronn (DE)

(72) Erfinder:
• Bäumel, Hermann
92318 Neumarkt (DE)
• Flierl, Werner
92237 Sulzbach-Rosenberg (DE)

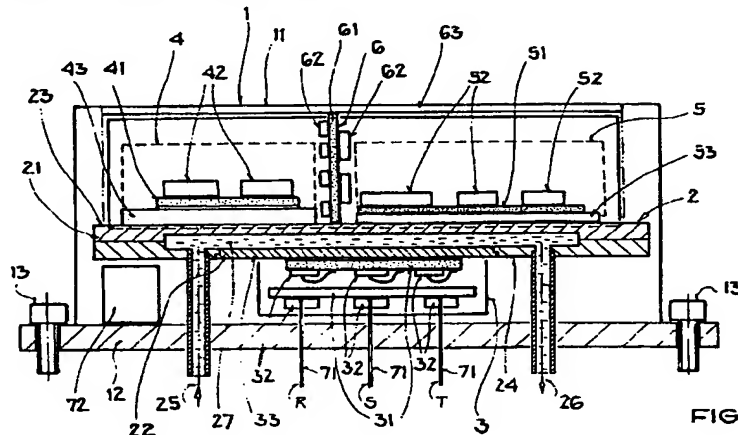
• Kilian, Hermann
91456 Diespeck (DE)
• Leicht, Günter
96047 Bamberg (DE)
• Schuch, Bernhard
91616 Neusitz (DE)
• Schüller, Ehrenfried
90408 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter:
Maute, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH
Postfach 35 35
74025 Heilbronn (DE)

(54) Steuergerät zur Ansteuerung des Elektromotors von Kraftfahrzeugen

(57) Bei einem Steuergerät zur Ansteuerung des Elektromotors von Kraftfahrzeugen ist ein von einem Kühlmedium durchströmtes, eine metallische Oberfläche aufweisendes Kühlmodul (2) mittig in einem Gehäusekörper angeordnet. Weiterhin sind mehrere im Gehäusekörper angeordnete, modular aufgebaute Funktionsmodule (3,4,5,6) vorgesehen, deren jeweils auf einem Schaltungsträger (31) angeordnete Halbleiterbauelemente über einen separaten (metallischen)

Trägerkörper (33) mit einer der beiden Oberflächenseiten des Kühlmoduls verbunden sind. Senkrecht zur Gehäusewand sind aus dem Gehäusekörper die Halbleiterbauelemente der Funktionsmodule kontaktierende Anschlußschienen (71) herausgeführt, die zum Anlegen von Steuersignalen zur Ansteuerung der Funktionsmodule und/oder zum Abgreifen von Ausgangssignalen der Funktionsmodule dienen.



Beschreibung

Aufgrund ihrer geringen Emissionswerte wird anstelle der heute üblichen mit Verbrennungsmotoren betriebenen Kraftfahrzeugen zunehmend der Gebrauch von Kraftfahrzeugen mit Elektromotoren propagiert. Derartige Kraftfahrzeuge beziehen die Antriebsleistung für den Elektromotor in der Regel aus einer Traktionsbatterie. Der komplette Elektroantrieb einschließlich der Batterieladung und der Spannungswandlung vom Traktionsnetz ins Bordnetz des Kraftfahrzeugs wird durch eine zentrale Steuereinheit überwacht. Die hierfür vorgesehenen Steuergeräte bestehen in der Regel aus mehreren Funktionseinheiten (einer Leistungseinheit mit Umrichterfunktion, einer Spannungswandlereinheit zur DC-DC-Spannungswandlung der Batteriespannung auf die Versorgungsspannung des Kraftfahrzeugs, einer Bordladeeinheit zum Anschluß an das Stromversorgungsnetz, und einer Kontrolleinheit zur Überwachung der Spannungswandlereinheit und der Bordladeeinheit), aus einer Kühleinheit zur Wärmeabfuhr (bsp. der Verlustleistung der Leistungseinheit) und aus externen Anschlüssen (bsp. für Steckverbindungen zur Batterie und zum Elektromotor). Üblicherweise sind diese Funktionseinheiten im Steuergerät nicht räumlich voneinander separiert; dies hat zur Folge, daß die zu einer Funktionseinheit gehörenden Komponenten (Halbleiterbauelemente und/oder Baugruppen) an verschiedenen Stellen des Steuergeräts angeordnet sind. Dieser standardmäßige Aufbau des Steuergeräts bedingt folgende Nachteile:

- neben der elektrischen Verbindung der Funktionseinheiten zueinander müssen auch die getrennt voneinander angeordneten Komponenten und Baugruppen einer Funktionseinheit (meist mittels Verbindungsleitungen bzw. Kabeln) elektrisch verbunden werden,
- es ist ein großer Aufwand für Verbindungsleitungen (Kabel) und Verbindungsstecker erforderlich, die Probleme hinsichtlich Zuverlässigkeit, Alterung usw. verursachen,
- die einzelnen Funktionseinheiten sind nur schlecht für sich allein auf ihre Funktionsweise hin prüfbar, eine vollständige Funktionsprüfung der Funktionseinheiten ist erst beim kompletten Steuergerät möglich,
- die Kühlung der Komponenten (Halbleiterbauelemente, Baugruppen) der Funktionseinheiten und damit des Steuergeräts ist oftmals nicht ausreichend bzw. muß großflächig dimensioniert werden, Leistungs-Halbleiterbauelemente werden oftmals getrennt von den anderen Halbleiterbauelementen separat an Kühlmöglichkeiten montiert,
- aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Funktionseinheiten und der zahlreichen Verbindungsleitungen zwischen den Funktionseinheiten treten EMV-Probleme auf,

- der Flächenbedarf bzw. Volumenbedarf und daher das Einbauvolumen des Steuergeräts ist groß,
- die Herstellung des Steuergeräts ist mit relativ hohen Kosten verbunden,
- die im Kfz-Bereich gestellten Anforderungen (bsp. hinsichtlich der Schwingungsbelastung) werden oftmals nicht erfüllt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuergerät zur Ansteuerung des Elektromotors von Kraftfahrzeugen anzugeben, bei dem diese Nachteile vermieden werden und das demgegenüber vorteilhafte Eigenschaften aufweist, insbesondere einen einfachen Aufbau und gute Systemeigenschaften hinsichtlich Kosten, Zuverlässigkeit, Funktionsprüfung, Fertigungsvereinfachung und Umweltfreundlichkeit.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Steuergeräts ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Beim vorgestellten Steuergerät mit einem modularen kompakten Aufbau sind die in einem Gehäusekörper integrierten Funktionseinheiten als separate Funktionsmodule (Leistungsmodul, Bordwandlermodul, Spannungswandlermodul und Kontrollmodul) ausgebildet und sowohl funktionell als auch räumlich voneinander separiert, d.h. die Bestandteile (Baugruppen bzw. Komponenten) der verschiedenen Funktionsmodule sind jeweils für sich separat zusammengefaßt. Die Halbleiterbauelemente bzw. Baugruppen eines Funktionsmoduls sind dabei auf einem Schaltungsträger (bsp. einer Leiterplatte) angeordnet, der auf einem separaten Trägerkörper aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit (bsp. ein metallischer Trägerkörper aus Aluminium) aufgebracht ist; dieser separate Trägerkörper mindestens eines der Funktionsmodule ist auf einem Kühlmodul angeordnet und sorgt hierdurch für einen guten Wärmekontakt zwischen den Halbleiterbauelementen der Funktionsmodule und dem Kühlmodul. Durch geeignete Anordnung der Funktionsmodule im Gehäusekörper kann die Kontaktierung der Funktionsmodule untereinander zum überwiegenden Teil auf einfache Weise (bsp. mittels Druckfederkontakten) erfolgen. Insbesondere ist folgender Aufbau des Steuergeräts vorgesehen:

- das Kühlmodul ist mittig (in einer mittleren Ebene) im Gehäusekörper angeordnet, so daß die Funktionsmodule mit ihrem Trägerkörper auf beiden Oberflächenseiten des Kühlmoduls, d.h. sowohl auf dessen Oberseite als auch auf dessen Unterseite aufgebracht werden können (das Kühlmodul wird somit beidseitig genutzt); die Halbleiterbauelemente der Funktionsmodule sind somit über ihre Montagefläche (den Schaltungsträger) und den Trägerkörper direkt mit dem Kühlmodul verbun-

den (wodurch ein guter Wärmetransport gewährleistet ist)

- das auf einer Oberflächenseite des Kühlmoduls angeordnete Leistungsmodul besteht aus mehreren integrierten Untereinheiten, bsp. einer Leistungseinheit, einer Ansteuereinheit und einer Signalverarbeitungseinheit. Die Halbleiterbauelemente der Untereinheiten des Leistungsmoduls werden auf den jeweiligen Schaltungsträger aufgebracht (bsp. mittels Planartechnologie auflaminiert). Der Kühlkörper des Kühlmoduls ist auf der Unterseite als integraler Bestandteil des Leistungsmoduls ausgebildet, indem er den Trägerkörper für die Leistungseinheit des Leistungsmoduls bildet und nach dem Aufbringen des Schaltungsträgers der Leistungseinheit auf den Trägerkörper bzw. Kühlkörper in das Kühlmodul (als Einlegeteil) eingefügt wird
- die auf der anderen Oberflächenseite des Kühlmoduls (d.h. entgegengesetzt zum Leistungsmodul) benachbart zueinander angeordneten Funktionsmodule Bordlademodul und Spannungswandlermodul sind mit ihrem jeweiligen separaten (metallischen) Trägerkörper direkt auf der (metallischen) Oberfläche des Kühlmoduls aufgebracht
- das Kontrollmodul ist so zwischen den beiden Funktionsmodulen Bordlademodul und Spannungswandlermodul angeordnet (gegen diese beiden Funktionsmodule gedrückt), daß es eine direkte Kontaktierung mit diesen beiden Funktionsmodulen ermöglicht; der Trägerkörper des Kontrollmoduls bildet eine der Außenseiten des Gehäusekörpers, d.h. ist Bestandteil des Gehäusekörpers
- mittels Hochstromkontakten, die als direkte Steckkontakte oder als Klemm-/Druckkontakte ausgebildet sein können und die vom Leistungsmodul ausgehend durch den Gehäusekörper hindurchgeführt sind, läßt sich die externe Verbindung zum Elektromotor hin realisieren
- Sensorsignale (bsp. vom Elektromotor) können ebenfalls über direkte Steck- oder Klemm-/Druckkontakte durch den Gehäusekörper hindurch zum Kontrollmodul geführt werden.

Das mit geringen Kosten, geringem Materialverbrauch und flexibel herstellbare modulare Steuergerät besitzt eine hohe Zuverlässigkeit und gute Recyclingeigenschaften:

- die verschiedenen Funktionsmodule des Steuergeräts können vor dem Zusammenbau des Steuergeräts einzeln für sich geprüft werden, beim Zusammenbau des Steuergeräts mit geringem Aufwand montiert werden und beim Zusammenbau oder nach dem Zusammenbau des Steuergeräts einzeln mit geringem Aufwand demontiert bzw. ausgetauscht werden

- die Anordnung der Funktionsmodule auf beiden oberflächenseiten des Kühlmoduls bedingt einerseits einen kompakten Aufbau und andererseits eine gute Kühlwirkung der Funktionsmodule bzw. deren Halbleiterbauelemente (das Kühlmodul wird beidseitig ausgenutzt)
- zur Verbindung der Funktionsmodule ist nur eine geringe Anzahl an Verbindungsleitungen bzw. Verbindungssteckern erforderlich
- durch die mittige Anordnung des Kühlmoduls ist einerseits eine große Kühlkapazität gegeben, so daß das Kühlmodul relativ kleinflächig dimensioniert werden kann, und andererseits eine gute Abschirmwirkung der Funktionsmodule gegenüber externen Störeinflüssen gewährleistet
- aufgrund der Abschirmwirkung durch die Kühleinheit, der Separierung der Funktionsmodule und der geringen Zahl an Verbindungsleitungen werden EMV-Probleme weitgehend vermieden.

Das vorgestellte Steuergerät zur Ansteuerung des Elektromotors von Kraftfahrzeugen wird im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben, wobei in der Figur ein Schnittbild des Steuergeräts dargestellt ist.

Gemäß der Figur weist das in einem Gehäusekörper 1 integrierte Steuergerät mehrere auf dem Kühlmodul 2 angeordnete, einzeln testbare und auswechselbare Funktionsmodule 3, 4, 5, 6 zur Realisierung unterschiedlicher Teilfunktionen des Steuergeräts auf: ein zentrales Kontrollmodul 6 zur Kontrolle bzw. Überwachung der gesamten Antriebselektronik des Elektromotors, ein Spannungswandlermodul 4 (DC-DC-Wandlermodul) zur Umwandlung der Batteriespannung der Traktionsbatterie (bsp. 300 V / 200 A) auf die Versorgungsspannung des Kraftfahrzeugs (Batteriespannung bsp. 12 V), ein Bordlademodul 5 zum Anschluß des Steuergeräts an das Stromversorgungsnetz (bsp. 230 V) und ein Leistungsmodul 3 als Umrichter zur Ansteuerung eines oder mehrerer Elektromotoren. Die Halbleiterbauelemente 32, 42, 52, 62 (Leistungs-Halbleiterbauelemente, Ansteuer-Halbleiterbauelemente und weitere Halbleiterbauelemente) von Leistungsmodul 3, Spannungswandlermodul 4, Bordlademodul 5 und Kontrollmodul 6 sind jeweils auf einem als Leistungssubstrat ausgebildeten Schaltungsträger 31, 41, 51, 61 aufgebracht (bsp. auf eine Leiterplatte in „Planartechnologie“ oder einem DCB-Substrat: "direct copper bonding"), der auf einem separaten Trägerkörper 33, 43, 53, 63 aufgebracht ist; dieser separate Trägerkörper 33, 43, 53 der Funktionsmodule Leistungsmodul 3, Spannungswandlermodul 4 und Bordlademodul 5 ist direkt auf das Kühlmodul 2 aufgebracht.

Das von einem Kühlmedium 27 durchströmte Kühlmodul 2 mit integriertem Kühlkörper 22 als Einlegeteil ist bsp. als Aluminiumkühler oder Kupferkühler ausgebildet und mittig im Gehäusekörper 1 angeordnet. Auf der Unterseite 24 des Kühlmoduls 2 bzw. auf den das

Unterteil des Kühlmoduls 2 darstellenden Kühlkörper 22 ist der Schaltungsträger 31 für die (Leistungs-)Halbleiterbauelemente 32 der Leistungseinheit des Leistungsmoduls 3 direkt aufgebracht, so daß der Trägerkörper 33 des Leistungsmoduls 3 durch das (bsp. aus Kupfer bestehende) Kühlkörper-Einlege-
 5 teil 22 gebildet wird. Der Oberteil 21 des Kühlmoduls 2 wird durch eine Halbschale (beispielsweise aus Aluminium) gebildet, in die das Kühlmedium 27 (bsp. wasser oder Glykol) durch die durch die Unterseite 12 des Gehäusekörpers 1 hindurchgeführte Einlaßöffnung 25 einströmt und durch die durch die Unterseite 12 des Gehäusekörpers 1 hindurchgeführte Auslaßöffnung 26 ausströmt; auf die metallische Oberfläche des Oberteils 21 des Kühlmoduls 2 (auf der Oberseite 23 des Kühlmoduls 2) werden die Trägerkörper 43, 53 von Spannungswand-
 10 lermodule 4 und Bordlademodule 5 aufgebracht. Die Montagefläche der Halbleiterbauelemente 32, 42, 52 (d. h. der jeweilige Schaltungsträger 31, 41, 51) von Leistungsmodul 3, Spannungswandlerrmodule 4 und Bordlademodule 5 ist damit über ihren jeweiligen Trägerkörper 33 (22), 43, 53 in direktem Kontakt zum Kühlmedium 27 des Kühlmoduls 2, so daß die Halbleiterbauelemente 32, 42, 52 direkt gekühlt werden; hierdurch entsteht ein guter Wärmeübergang und eine gute Kühlung der Halbleiterbauelemente 32, 42, 52, insbesondere der Halbleiterbauelemente 32 des Leistungsmoduls 3 (bsp. von Leistungs-Transistoren der Leistungseinheit als Leistungsschalter). Die Oberfläche des Kühlkörpers 22 und damit dessen Kühlwirkung kann durch in Richtung des Kühlmediums 27 angeordnete Rippen vergrößert werden; die metallische Oberfläche auf der Oberseite 23 des Kühlmoduls 2 kann zur Vergrößerung der Montagefläche und hierdurch auch zur Vergrößerung der Kühlfläche gegenüber der Unterseite 24 des Kühlmoduls 2 verlängert werden. Der Trägerkörper 63 des Kontrollmoduls 6 ist in die Außenseite 11 des Gehäusekörpers 1 integriert bzw. bildet die Außenseite 11 des Gehäusekörpers 1; der Schaltungsträger 61 des Kontrollmoduls 6 ist senkrecht zwischen Spannungswandlerrmodule 4 und Bordlademodule 5 eingebracht und damit auf einfache Weise mit diesen (bsp. mittels Druckfederkontakten) kontaktierbar. Die auf der Unterseite 24 des (metallischen) Kühlmoduls 2 angeordneten Komponenten des Steuergeräts Leistungsmodul 3, Zwischenkreis-Kondensatoren 72 und die Phasenschienen R, S, T werden von den auf der Oberseite 23 des Kühlmoduls 2 angeordneten anderen Funktionsmodulen des Steuergeräts Spannungswandlerrmodule 4, Bordlademodule 5 und Kontrollmodul 6 gemäß EMV-Gesichtspunkten und entsprechend den vorhandenen Spannungsebenen getrennt (300 V für das Leistungsmodul 3, bsp. 12 V für die anderen Funktionsmodule).

Die durch den Gehäusekörper 1 hindurchgeführten, als Anschlußschienen 71 ausgebildeten Steckkontaktverbindungen sind direkt mit den entsprechenden Funktionsmodulen verbunden, bsp. mit dem Leistungsmodul 3 als Phasenschienen R, S, T für den Drehstrom

des Elektromotors. Weiterhin sind an der Unterseite 12 (Grundplatte) des Gehäusekörpers 1 Befestigungsmittel 13 (bsp. Schrauben) vorgesehen, die zur Befestigung des Steuergeräts im Kraftfahrzeug (bsp. am Getriebeblock) dienen.

Patentansprüche

1. Steuergerät zur Ansteuerung des Elektromotors von Kraftfahrzeugen, wobei

- ein von einem Kühlmedium (27) durchströmtes, eine metallische Oberfläche aufweisendes Kühlmodul (2) mittig in einem Gehäusekörper (1) angeordnet ist,
- mehrere im Gehäusekörper (1) angeordnete, modular aufgebaute Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) vorgesehen sind, deren Halbleiterbauelemente (32; 42; 52; 62) jeweils auf einem Schaltungsträger (31; 41; 51; 61) angeordnet sind,
- die Schaltungsträger (31; 41; 51; 61) der Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) auf einem separaten Trägerkörper (33; 43; 53; 63) aufgebracht sind, wobei mindestens einer der Trägerkörper (33; 43; 53) entweder mit der Oberseite (23) oder der Unterseite (24) des Kühlmoduls (2) verbunden ist,
- senkrecht zur Gehäusewand aus dem Gehäusekörper (1) herausgeführte, die Halbleiterbauelemente (32) der Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) kontaktierende Anschlußschienen (71) zum Anlegen von Steuersignalen zur Ansteuerung der Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) und/oder zum Abgreifen von Ausgangssignalen (R, S, T) der Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) und/oder zum Abgreifen von Sensorsignalen zur weiteren Signalverarbeitung vorgesehen sind.

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Funktionsmodule (3; 4; 5; 6) vorgesehen sind:

- ein auf der Unterseite (24) des Kühlmoduls (2) angeordnetes Leistungsmodul (3), dessen Substratträger (31) auf einen als Einfügeteil in das Kühlmodul (2) integrierten, als Trägerkörper (33) dienenden Kühlkörper (22) aufgebracht ist,
- ein auf der Oberseite (23) des Kühlmoduls (2) angeordnetes Bordlademodule (5), dessen Trägerkörper (53) auf der metallischen Oberfläche des Kühlmoduls (2) angeordnet ist,
- ein auf der Oberseite (23) des Kühlmoduls (2) benachbart zum Bordlademodule (5) angeordnetes Spannungswandlerrmodule (4), dessen Trägerkörper (43) auf der metallischen Oberfläche des Kühlmoduls (2) angeordnet ist,
- ein Kontrollmodul (6), dessen Schaltungsträger

(61) senkrecht zum Schaltungsträger (51) des Bordlademoduls (5) und zum Schaltungsträger (41) des Spannungswandlermoduls (4) orientiert ist und dessen Trägerkörper (63) einen Teil (11) des Gehäusekörpers (1) bildet.

5

3. Steuergerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontrollmodul (6) mit dem Bordlademodul (5) und dem Spannungswandlermodul (4) über Druckfederkontakte kontaktiert ist. 10
4. Steuergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsmodule (3; 4; 5) über metallische Trägerkörper (33; 43; 53) mit dem Kühlmodul (2) verbunden sind. 15
5. Steuergerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (22) des Kühlmoduls (2) eine strukturierte Oberfläche aufweist. 20

25

30

35

40

45

50

55

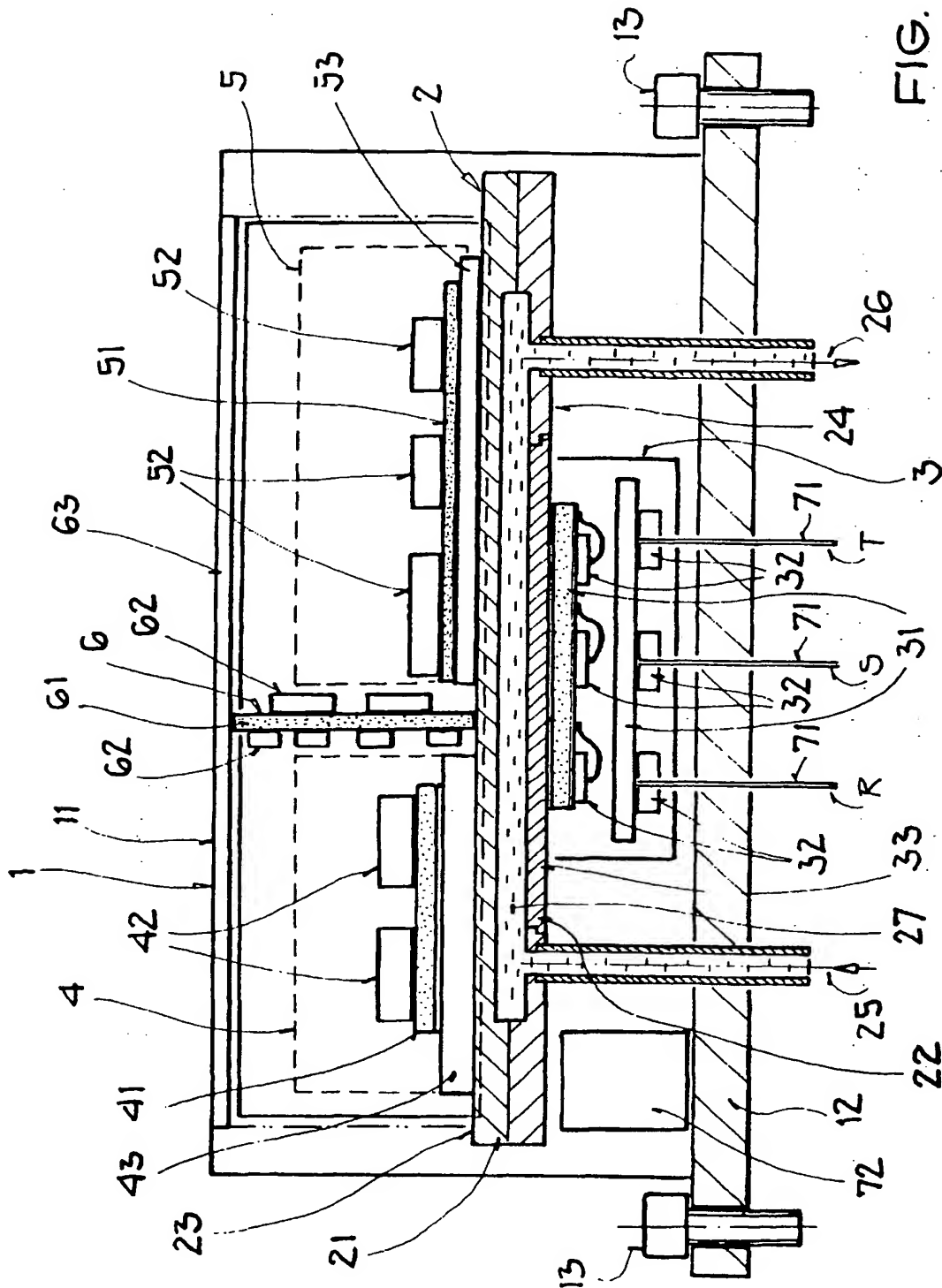


FIG. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 9117

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 734 199 A (FORD MOTOR COMPANY) 25. September 1996	1	H05K7/20
Y	* Spalte 4, Zeile 32 - Spalte 5, Zeile 56; Abbildungen 1,2 *	4,5	
Y	US 5 504 378 A (F.A.LINDBERG & AL.) 2. April 1996 * Spalte 6, Zeile 7 - Zeile 12 * * Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 57; Abbildung 6A *	4,5	
X	US 4 019 098 A (R.G.MCCREADY & AL.) 19. April 1977 * Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 36 * * Spalte 3, Zeile 60 - Zeile 63 * * Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 8 *	1,4,5	
X	WO 94 17649 A (WAVEDRIVER LIMITED) 4. August 1994 * Seite 5, Zeile 13 - Zeile 36; Abbildung 4 *	1,4,5	
A	US 4 758 926 A (D.J.HERRELL & AL.) 19. Juli 1988 * Spalte 4, Zeile 62 - Zeile 64; Abbildungen 1,4 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE 27 10 432 A (DANFOSS A/S) 14. September 1978 * Seite 9, Absatz 1 - Absatz 2; Abbildung 1 *	1	H05K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 1998	Prüfer Leouffre, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)